



中华人民共和国国家标准

GB/T 14824—93

发电机断路器通用技术条件

Common technical requirements
for generator circuit-breaker



1993-12-30 发布

1994-10-01 实施

国家技术监督局 发布

(京)新登字 023 号

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
发电机断路器通用技术条件

GB/T 14824—93

*

中国标准出版社出版
(北京复外三里河)

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1¼ 字数 36 千字
1994 年 6 月第一版 1994 年 6 月第一次印刷
印数 1—2 500

*

书号: 155066 • 1-10708 定价 4.00 元

*

标 目 242—48

9507568



C9507568

中华人民共和国国家标准

发电机断路器通用技术条件

GB/T 14824—93

Common technical requirements
for generator circuit-breaker

1 主题内容与适用范围

本标准规定了户内三极交流发电机断路器及其操动机构和辅助设备的使用环境条件、术语、基本分类、额定参数、设计和结构、型式试验和出厂试验以及运输、贮存、安装和维护规则等方面的通用要求。

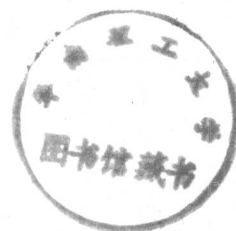
本标准适用于最高电压 12~36kV, 频率为 50Hz, 联结在发电机主回路中的户内型三极发电机断路器及其操动机构和辅助设备。

本标准规定外的某些具体要求, 由相应的产品标准规定; 超出本标准的特殊要求由用户与制造厂协商确定。

注: 调相机和抽水蓄能电站中用的发电机断路器的某些要求, 应作特殊要求考虑。

2 引用标准

- GB 2900.1 电工名词术语 基本名词术语
- GB 2900.19 电工名词术语 高电压试验技术和绝缘配合
- GB 2900.20 电工名词术语 高压开关设备
- GB 1984 交流高压断路器
- GB 11022 高压开关设备通用技术条件
- GB 7674 六氟化硫封闭式组合电器
- GB 311.1 高压输变电设备的绝缘配合
- GB 311.2~311.6 高电压试验技术
- GB 7354 局部放电测量
- GB 763 交流高压电器在长期工作时的发热
- GB 2706 交流高压电器动、热稳定试验方法
- GB 3309 高压开关设备在常温下的机械试验
- GB 4473 交流高压断路器的合成试验



3 正常使用条件

a. 周围空气温度

上限: +40℃

下限: 一般地区为: -10℃(-15℃); 高寒地区为: -25℃; 允许在不低于-35℃条件下储存、运输。

注: 括号内的数值是供用户和制造厂协商选用值。

b. 海拔

1 000; 2 000; 3 000m。

c. 湿度

相对湿度：日平均值不大于 95%；月平均值不大于 90%；

水蒸汽压力：日平均值不大于 2.2×10^{-3} MPa；

月平均值不大于 1.8×10^{-3} MPa；

在高湿度期内温度急降时可能凝露。

d. 地震烈度 8 度。

e. 周围空气应不受腐蚀性或可燃性气体、水蒸汽等明显污染。

f. 无经常性的剧烈振动。

4 术语

本标准所采用的术语除按 GB 2900.19 和 GB 2900.20 规定之外，另增以下术语。

4.1 发电机断路器

直接联结在发电机主回路中的断路器。

4.2 系统源预期瞬态恢复电压

发电机断路器开断由电力系统经过变压器供给的短路电流时，在理想条件下，在断路器的触头上出现的具有显著瞬变特性的恢复电压。

4.3 发电机源预期瞬态恢复电压

发电机断路器开断仅由发电机（不经过变压器）供给的短路电流时，在理想条件下，在断路器触头上出现的具有显著瞬变特性的恢复电压。

4.4 电流延迟过零

当短路电流的直流分量较大，且交流分量比直流分量衰减更快时，会有短路电流在几个周波甚至更长时间以后，才出现电流零点的现象。

5 基本分类

发电机断路器的基本分类如表 1。

表 1 发电机断路器的基本分类

按介质	少油，压缩空气，六氟化硫，真空
按操动机构型式	电磁，气动，液压，弹簧
按本体布置方式	立式，卧式
按冷却方式	自然风冷，强制风冷，强制水冷，强制水冷和强制风冷
按操作方式	三极机械联动，三极电气联动
按操作频度	一般，频繁

6 额定参数

- a. 最高电压；
- b. 额定电流；
- c. 额定频率；
- d. 额定绝缘水平；

- e. 额定短路开断电流；
- f. 额定短路关合电流；
- g. 额定失步开断电流；
- h. 额定负荷开断电流和开、合次数；
- i. 额定峰值耐受电流；
- j. 额定短时耐受电流；
- k. 额定短路持续时间；
- l. 合、分闸操动机构的额定操作电压及辅助回路的额定电压、频率；
- m. 操作及灭弧用介质的额定压力；
- n. 预期瞬态恢复电压的规定值；
- o. 额定操作顺序；
- p. 额定时间参量。

6.1 最高电压

最高电压如表 2。

表 2 最高电压

kV

最高电压	12(11.5)	18	24(23)	36 ¹⁾
------	----------	----	--------	------------------

注：新设计的产品不宜使用括号内数值。

1) 暂定值。

6.2 额定电流

额定电流从下列数值中选取。

1.6, 2.0, 2.5, 3.15, 4.0, 5.0, 6.3, 8.0, 10.0(11.0), 12.5(14.0), 16.0(18.0), 20.0(22.0), 25.0, 31.5, 40.0, 50.0kA。

注：新设计的产品不宜使用括号内数值。

6.3 额定频率

额定频率为 50Hz。

6.4 额定绝缘水平

额定绝缘水平见表 3。

表 3 额定绝缘水平

kV

最 高 电 压		12(11.5)	18	24(23)	36
雷电冲击耐受电压 (峰值) 1.2/50 μ s	对地和相间	75	100	125	170
	断口间	85	115	145	195
1min 工频耐受电压 (有效值)	对地和相间	38(42)	46(53)	55(65)	75
	断口间	45(50)	56(63)	70(80)	95

注：括号内的数值，是供用户和制造厂的协商选用值。

6.5 额定短路开断电流

额定短路开断电流，是发电机断路器在本标准规定的相应工频恢复电压及瞬态恢复电压下，能够开断的最大短路电流，由两个特征值表示：

交流分量有效值，简称“额定短路电流”；

直流分量百分数。

注：若直流分量百分数不超过 20%，则额定短路开断电流仅以交流分量有效值表示。

6.5.1 额定短路开断电流的交流分量有效值

额定短路开断电流的交流分量有效值从下列数值中选取：

8.0, 10.0(11.0), 12.5, 16.0, 20.0, 31.5, 40.0, 50.0, 63.0, 80.0, 100.0, 125.0(135.0), 160.0(180.0), 200.0(225.0), 250.0(240.0), 315.0(300.0)kA。

注：新设计的产品不宜使用括号内的数值。

6.5.2 额定短路开断电流的直流分量百分数

直流分量百分数由图 1 取值。图 1 中的“ τ ”值为发电机断路器的分闸时间加上 0.01s。

6.6 额定短路关合电流

额定短路关合电流峰值为额定短路开断电流交流分量有效值的 2.74 倍。

6.7 额定失步开断电流

额定失步对称开断电流的交流分量有效值，为额定短路开断电流交流分量有效值的 50%，直流分量应不大于 20%；额定失步非对称开断电流的交流分量有效值与额定失步对称开断电流相同，直流分量百分数应为表 10 试验方式 6 中的规定值。

6.8 额定负荷开、合电流和开、合次数

额定负荷开、合电流为额定电流；连续开、合次数规定为 50 次。

注：频繁操作型发电机断路器开、合次数，推荐采用 100 次。

6.9 额定峰值耐受电流

额定峰值耐受电流等于额定短路关合电流。

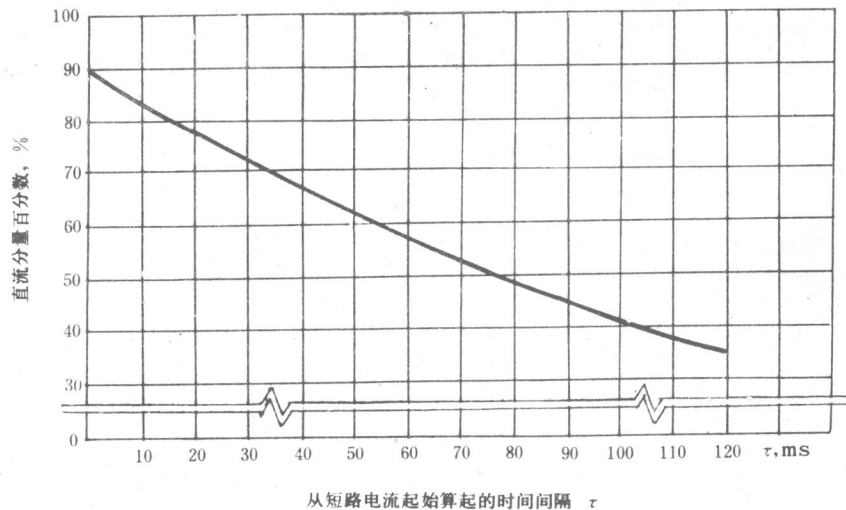


图 1 直流分量百分数与时间间隔 τ 的关系

注：图 1 中的曲线是按时间常数为 150ms 作出的。

6.10 额定短时耐受电流

额定短时耐受电流等于额定短路开断电流的交流分量有效值。

6.11 额定短路持续时间

额定短路持续时间为 1s。

注：要求短路持续时间超过 1s 时，推荐采用 3s。

6.12 合、分操动机构的额定操作电压及辅助回路的额定电压

按 GB 1984 第 5.8 条规定。

6.13 交流合、分闸操动机构及辅助回路的电源额定频率

电源额定频率为 50Hz。

6.14 操作及灭弧用介质的额定压力(表压)

按 GB 1984 第 5.10 条规定。

6.15 预期瞬态恢复电压

6.15.1 预期瞬态恢复电压波形的表示

预期瞬态恢复电压的波形规定为一种阻尼的单频振荡波,用两参数法表示。

6.15.2 端部短路时的预期瞬态恢复电压规定值

发电机断路器开断端部短路时的预期瞬态恢复电压为系统源预期瞬态恢复电压,其规定值列于表 4。当要验证断路器开断仅由发电机供给短路电流的开断能力,如直配发电机主回路中的断路器和有延时电流零点的短路开断试验时,则应使用发电机电源预期瞬态恢复电压,其规定值列于表 5。

表 4 系统源的预期瞬态恢复电压规定值

断路器 最高电 压 U kV	变压器 额定容量 MV·A	断路器额定 短路开断电流 ¹⁾ kA	首开极 系数 K_T	峰 值 压 电 压 u_c kV	参 考 间 时 间 t_3 μ s	时 延 t_d μ s	上升率 u_c/t_3 kV/ μ s	备用参数	
								振幅系数 K_0	等值频率 f_0 , kHz
12	100 及以下	8~20	1.5	22	6.3	1	3.5	1.5	59.5
	101~200	31.5~40			5.5		4		68.2
	201~400	50~80			4.9		4.5		76.5
	401~600	100~125、 (135)			4.4		5		85.2
	601~1 000	160~250 (240)			4.0		5.5		93.8
	1 001 及以上	250~315			3.7		6		101.3
18	100 及以下	8~16		33	9.4		3.5		39.7
	101~200	20~31.5			8.3		4		45.2
	201~400	40~63			7.4		4.5		50.7
	401~600	80			6.6		5		56.8
	601~1 000	100~160			6.0		5.5		62.5
	1 001 及以上	160(180)~ (315)			5.5		6		68.2
24	100 及以下	8~10		44	12.6		3.5		29.8
	101~200	12.5~20			11.0		4		34.1
	201~400	31.5~40			9.8		4.5		38.3
	401~600	50~63			8.8		5		42.6
	601~1 000	80~100			8.0		5.5		46.9
	1 001 及以上	125~315			7.4		6		50.7
36	100 及以下	8		66	18.9		3.5		19.8
	101~200	10~16			16.5		4		22.7
	201~400	20~31.5			14.7		4.5		25.5
	401~600	40			13.2		5		28.4
	601~1 000	50~80			12.0		5.5		31.3
	1 001 及以上	100~315			11.0		6		34.1

注： $u_c=K_0\times K_T\times\sqrt{2/3}U$ ； $f_0=0.75\frac{1}{2t_3}$

新设计产品不宜使用括号内的数值。

1) 断路器额定短路开断电流是按断路器最高电压和变压器额定容量换算而来的。这种换算是假定变压器的阻抗电压为15%，系统的额定短路容量与变压器额定容量之比不小于20倍，并以单机-单变接线方式为基础。

表 5 发电机的预期瞬态恢复电压

断路器 最高电 压 U kV	发电机 额定容量 MV·A	断路器应开断 的由发电机源 供给的短路电流 ¹⁾ kA	首开极 系 数 K_T	峰 值 电 压 u_c kV	参 考 时 间 t_3 μ s	时 延 t_d μ s	上升率 u_c/t_3 kV/ μ s	备用参数	
								振幅系数 K_0	等值频率 f_0 , kHz
12	100 及以下	6.3~16	1.5	22	14	0.5 (2)	1.6	1.5	27
	101~400	20~63			12		1.8		31
	401~800	80~125			11		2.0		34
	801 及以上	160~200			10		2.2		38
18	100 及以下	6.3~12.5		33	21	0.5 (2)	1.6		18
	101~400	16~50			18		1.8		21
	401~800	63~100			17		2.0		22
	801 及以上	125~200			15		2.2		25
24	100 及以下	6.3~8		44	28	0.5 (3)	1.6		13
	101~400	10~31.5			24		1.8		16
	401~800	40~63			22		2.0		17
	801 及以上	80~200			20		2.2		19
36	100 及以下	6.3		66	41	0.5 (4)	1.6		9
	101~400	8~25			37		1.8		10
	401~800	31.5~50			33		2.0		11
	801 及以上	63~200			30		2.2		13

注： $u_c=K_0\times K_T\times\sqrt{2/3}U$ ； $f_0=0.75\frac{1}{2t_3}$

时延栏括号内的数值是试验时允许的下限值。

1) 断路器应开断的由发电机源供给的短路电流是按断路器最高电压和发电机额定容量换算而来的。这种换算是假定发电机的次暂态电抗为25%，并以单机-单变接线方式为基础，在考虑优先值的条件下确定的。

6.15.3 失步开断的预期瞬态恢复电压规定值

失步开断的预期瞬态恢复电压规定值列于表 6。

表 6 失步开断的预期瞬态恢复电压规定值

断路器 最高电 压 U kV	发电机 额定容量 MV·A	断路器额定电流 ¹⁾ kA	首开极 工频恢 复电压 (有效值) kV	峰 值 电 压 u_c kV	参 考 时 间 t_3 μs	时 延 t_d μs	上升率 u_c/t_3 kV/ μs	备用参数	
								振幅系数 K_0	等值频率 f_0 , kHz
12	100 及以下	1.6~4	$\sqrt{2} \times$ $1.5 \times$ $\frac{U}{\sqrt{3}}$	30	9.1	1 (2)	3.3	1.45	39
	101~400	5~16			7.3		4.1		49
	401~800	20~31.5			6.4		4.7		55
	801 及以上	40~50			5.8		5.2		61
18	100 及以下	1.6~3.15		45	13.6	1 (2)	3.3		26
	101~400	4~12.5			11.0		4.1		32
	401~800	(14)~25			9.6		4.7		37
	801 及以上	31.5~50			8.7		5.2		41
24	100 及以下	1.6~2		60	18.2	1 (3)	3.3		20
	101~400	2.5~8			14.6		4.1		24
	401~800	10~16			12.8		4.7		28
	801 及以上	20~50			11.6		5.2		31
36	100 及以下	1.6		90	27.3	1 (4)	3.3		13
	101~400	2~6.3			21.9		4.1		16
	401~800	8~12.5			19.2		4.7		18
	801 及以上	(14)~50			17.3		5.2		20

注: $u_c = \sqrt{2} \times \sqrt{2} \times 1.5 \times K_0 \times \frac{U}{\sqrt{3}}$; $f_0 = 0.71 \frac{1}{2t_3}$

① u_c 规定值是以 90 电度失步角为基础的。

② 时延栏括号内的数值是试验时允许的上限值。

1) 断路器额定电流是按断路器最高电压和发电机额定容量换算而来的。这种换算是假定断路器和发电机的额定电流相等,并以单机-单变接线方式为基础。

6.15.4 负荷电流开断时的预期瞬态恢复电压规定值

负荷电流开断时的预期瞬态恢复电压规定值列于表 7。

表 7 负荷电流开断时的预期瞬态恢复电压规定值

断路器 最高电 压 U kV	发电机 额定容量 MV·A	断路器额定电流 ¹⁾ kA	首开极 工频恢 复电压 kV	峰 值 电 压 u_c kV	参 考 时 间 t_3 μ s	时 延 t_d μ s	上升率 u_c/t_3 kV/ μ s	备用参数	
								振幅系数 K_0	等值频率 f_0 , kHz
12	100 及以下	1.6~4	$0.5 \times \frac{U}{\sqrt{3}}$	11	11	1 (2)	1.0	1.5	34
	101~400	5~16			9		1.2		42
	401~800	20~31.5			8		1.4		47
	801 及以上	40~50			7		1.6		54
18	100 及以下	1.6~3.15		16.5	16.5	1 (2)	1.0		23
	101~400	4~12.5			14		1.2		27
	401~800	(14)~25			12		1.4		31
	801 及以上	31.5~50			10		1.6		36
24	100 及以下	1.6~2		22	22	1 (3)	1.0		17
	101~400	2.5~8			18		1.2		21
	401~800	10~16			16		1.4		23
	801 及以上	20~50			14		1.6		27
36	100 及以下	1.6		33	33	1 (4)	1.0		11
	101~400	2~6.3			27		1.2		14
	401~800	8~12.5			24		1.4		16
	801 及以上	(14)~50			21		1.6		18

注: $u_c = 0.5 \times \sqrt{2} \times 1.5 \times K_0 \times \frac{U}{\sqrt{3}}$; $f_0 = 0.75 \frac{1}{2t_3}$

时延栏括号内的数值是试验时允许的上限值。

1) 同表 6 的注 1)。

6.16 额定操作顺序

额定操作顺序为:合分-15min-合分。

6.17 额定时间参量

额定时间参量包括:

分闸时间;

合-分时间;

合闸时间。

额定时间参量是基于下列条件确定的:

- 给合、分闸操动机构及其辅助回路施加额定频率的额定电压;
- 给灭弧室及气动机构提供额定气压;
- 给液压操动机构提供额定液压。

7 设计与结构

除按 GB 1984 有关规定外,作如下补充。

7.1 结构形式

按本体布置形式可分立式、卧式。不论采用何种形式,应尽量从结构上减少对外界环境形成的磁场干扰。

7.2 灭弧介质

灭弧介质有油、压缩空气、六氟化硫和真空等。对灭弧介质的具体要求按 GB 11022 第 6.16.2 条以及相关标准规定的要求。

7.3 断路器与母线的联结结构

敞开式;

封闭式。

7.4 冷却方式

当采用水冷方式时,制造厂应规定进水的最高允许温度。

当采用强迫冷却方式时,制造厂应在安装使用说明书中给出如图 2 所示的冷却系统因故障停运后断路器能在额定负荷下和在降低负荷下继续运行的温度-时间曲线。

7.5 并联电阻的热容量

发电机断路器并联电阻的热容量应以失步开断时的工频恢复电压值为基础,应满足技术条件规定的操作顺序和通流时间要求。并联电阻的阻值应在热容量试验前后冷态下测定,其阻值允许偏差为规定值的 $-5\% \sim +10\%$ 。

7.6 各极同期性要求

当各极的同步操作未作特殊规定时,合闸时各触头接触瞬间的最大差异应不超过 10ms;分闸时各触头分离瞬间的最大差异应不超过 5ms。

7.7 操动机构的分闸线圈

操动机机构应具有两个分闸线圈。

7.8 冲击保护电容器

如果冲击保护电容器是发电机断路器整体结构的一部分,在绝缘试验和开断能力试验时必须带上。在雷电冲击耐受电压试验时,由于冲击保护电容器的存在,可能会使得试验设备不能产生 $1.2\mu\text{s}$ 这样短的波前时间,则应在保证表 3 规定的峰值电压的同时,使用尽可能快的上升时间。在进行开断能力试验时,应考虑冲击保护电容器对恢复电压和试验回路的影响。

7.9 铭牌

除按 GB 11022 第 6.13 条规定外,作如下补充规定:

在正常工作位置,铭牌应明显可见。

充六氟化硫气体的发电机断路器,应有六氟化硫气体压力随温度变化的曲线标牌。

铭牌应按表 8 内容标注。

表 8 铭牌内容

项 目	单 位	断 路 器	操 动 机 构
制造厂名称		×	×
产品型号和名称		×	×
最高电压	kV	×	—
额定电流	A	×	—
额定雷电冲击耐压	kV	×	—

续表 8

项 目	单 位	断 路 器	操 动 机 构
额定短路开断电流交流分量有效值	kA	×	—
直流分量百分数	%	×	—
额定操作压力	MPa	—	×
灭弧室额定气压	MPa	×	—
合闸和分闸操动机构额定电源电压 (交流或直流)	V	—	×
重量(当大于 300kg 时)	kg	(×)	(×)
额定操作顺序		×	—
制造年月		×	×
出厂编号		×	×

注：×——标注这些数值是强制性的；空格表示不需标注；

(×)——有要求时才标注。

8 型式试验

型式试验是指为鉴定某种产品是否符合本标准,能否定型生产而进行的试验。进行型式试验的产品应与试品技术条件和图样相符。在下列情况下,应进行型式试验。

- 新产品；
- 转厂试制的产品；
- 当发电机断路器所配操动机构型号或规格改变时,作相应的试验；
- 当产品在设计、工艺或所使用的材料作重要改变时,作相应的试验。

批量生产的产品,每隔 8 至 10 年进行一次温升、机械寿命及 100%额定短路电流开断、关合试验,其它项目必要时也可进行。

型式试验项目：

- 绝缘试验(包括耐压试验、局部放电试验及操动机构和辅助回路的耐压试验)；
- 温升试验；
- 主回路电阻测量；
- 机械试验；
- 短时耐受电流试验；
- 短路开断、关合能力试验；
- 失步开断、关合试验；
- 开、合负荷电流试验；
- 密封试验；
- 噪音水平试验。

8.1 绝缘试验

8.1.1 耐压试验

耐压值见表 3。

加压部位及耐压方式,除按 GB 11022 相应规定外,作如下补充。

进行耐压试验时,发电机断路器内部气体压力为允许的下限值。

在内部气体为零表压时,断路器的对地绝缘应能承受 1.3 倍最高相电压 5min。

8.1.2 局部放电试验

当发电机断路器有应进行局部放电试验的部件时,这些部件应进行该项试验。试验方法按 GB 7354 进行,合格判据由产品技术条件规定。

8.1.3 操动机构和辅助回路耐压试验

按 GB 11022 第 7.1.10 条规定进行试验。

8.2 温升试验

除按 GB 763 有关规定进行外,作如下补充说明。

a. 在周围空气温度为 40℃ 时,外壳和机架的最高允许温升应符合 GB 7674 的 3.5.2 条中表 2 的规定值;

b. 对联结封闭母线的断路器进行温升试验时,应与封闭母线或其等价元件联在一起进行。应考虑封闭母线在热态下工作温度对发电机断路器温升的影响;

c. 采用强制冷却方式时,应对冷却系统各种故障情况进行试验。冷却系统故障情况分:

- 断路器冷却介质流动故障;
- 封闭母线冷却介质流动故障;
- 断路器及封闭母线冷却介质流动同时故障。

制造厂通过试验应给出如图 2 所示的冷却系统因故障而停运后,断路器能在额定负荷下和在降低负荷下继续运行的温度-时间曲线。

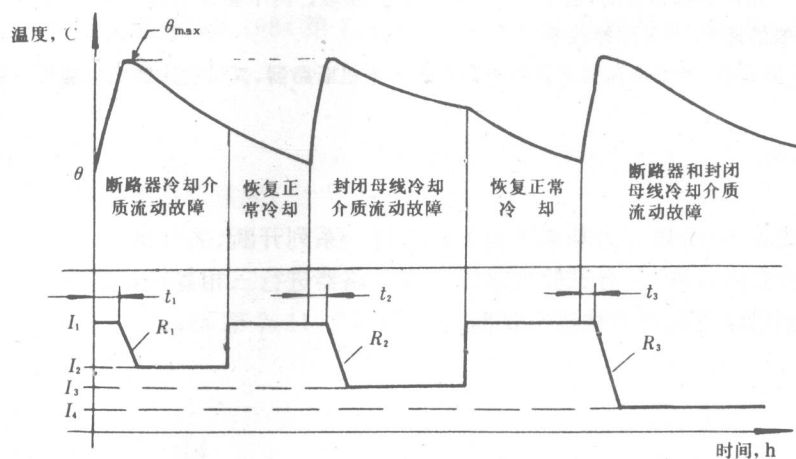


图 2 冷却系统因故障停运后能在额定负荷下和在降低负荷下继续运行的温度-时间曲线

图中:

- I_1 ——要求正常冷却条件的额定电流;
- I_2 ——断路器冷却介质流动故障时,允许的负荷电流;
- I_3 ——封闭母线冷却介质流动故障时,允许的负荷电流;
- I_4 ——断路器和封闭母线冷却介质流动均发生故障时,允许的负荷电流;
- $\theta_{\max}$ ——最高允许温度;
- t_1, t_2, t_3 ——相应故障条件下,不超过最高允许温度,允许通过额定电流的时间;
- R_1, R_2, R_3 ——相应故障条件下,负荷电流降低的速率,以 kA/min 表示。

8.3 主回路电阻测量

按 GB 1984 第 7.4 条规定进行。

8.4 短时耐受电流及峰值耐受电流试验

试验电流值按 6.9、6.10 条规定。短路持续时间按 6.11 条规定。试验方法按 GB 2706 的有关规定进行。

8.5 机械试验

机械试验除按 GB 1984 和 GB 3309 的有关规定进行外,对机械寿命试验操作顺序、操作次数和操作循环数,按表 9 的规定进行试验。

表 9 机械寿命试验操作顺序、操作次数和操作循环数

操作顺序	操作电压 及操作压力	操 作 次 数		
		少油、空气型	六氟化硫型	真空型
合- t_a -分- t_a	最高值	500	750,1 250	500
	额定值	500	750,1 250	500
	最低值	500	750,1 250	500
合分- t_a	额定值	500	750,1 250	500
每循环操作次数		2 000	3 000,5 000	2 000
操作循环数		1	1,1	2,3,5

注: ① 表中 t_a 为两次操作之间的间隔时间,由产品技术条件规定。

② 合分操作时,合闸操作完成后立即分闸,而不应有故意的时延。

③ 弹簧机构的贮能电机可按额定电压进行贮能。

④ 每一循环中,允许添加润滑剂,但不得作任何调整和修理。两个循环之间允许补充润滑剂,更换预定的易损件,进行必要的调整,如紧固螺栓等。

⑤ 频繁操作的断路器,如调峰和抽水蓄能电站用的发电机断路器,其试验次数和试验程序由用户同制造厂协商确定。

8.6 开断和关合试验

8.6.1 试验方式

三极断路器应按表 10 所规定的基本试验方式进行一系列开断、关合试验。

对三极断路器所有的开断、关合试验要求以三极断路器进行三相直接试验。如受试验设备限制,可根据断路器的型式采用以下几种方法进行试验:

- 单相试验;
- 单元试验;
- 多部试验;
- 合成试验。

表 10 发电机断路器基本试验方式

(本表所列参数相应于三相试验时首先开断极或单相试验时的条件)

试验方式	操作顺序	外施电压和首先开断极工频恢复电压 ¹⁾ kV	开断电流		第一大半波峰值关合电流 kA	预期瞬态恢复电压峰值 kV	操作电压 (液、气)压
			交流分量 kA	直流分量 百分数, %			
1	合分-15min-合分	$1.5U/\sqrt{3}$ $=0.87U$	$30\%I$	$<20\%$	—	$0.87 \times 1.5 \sqrt{2} U$ $=1.84U$	最低
2	合分-15min-合分		$100\%I$	$<20\%$	—		最低
3	分-15min-分		$100\%I$	S	—		最低

续表 10

试验方式	操作顺序	外施电压和首先开断极工频恢复电压 ¹⁾ kV	开断电流		第一大半波峰值关合电流 kA	预期瞬态恢复电压峰值 kV	操作电(液、气)压
			交流分量 kA	直流分量 百分数, %			
4	合-15min-合	$U/\sqrt{3} = 0.58U$	—	—	$2.74I$	—	最低
5	合分	$\sqrt{2} \times 0.87U$	$50\%I$	$<20\%$	—	$1.22 \times 1.45 \times \sqrt{2} U$	最低
6	合分	$=1.22U$	$50\%I$	$50\% \sim 60\%$	—	$=2.5U$	最低
7	合分	$0.5 \times 0.87U$ $=0.44U$	I_n	$<20\%$	—	$0.44 \times 1.5 \times \sqrt{2} U$ $=0.93U$	最低

注：① U 是发电机断路器的最高电压； I 是发电机断路器额定短路开断电流（交流分量有效值）； I_n 为发电机断路器的额定电流； S 为由图 1 中确定的直流分量百分数。

② 对自能灭弧的发电机断路器应进行试验方式 1 的试验，试验中的预期瞬态恢复电压为表 4 的规定值。

③ 操作电(液、气)压的最低值按 GB 11022 的有关规定。

④ 如果进行试验方式 2 的关合电流的直流分量较大，则允许采用延时分闸的措施使开断电流的直流分量百分数达到规定值。

1) 单相试验和试验方式 4 的外施电压和工频恢复电压均取表列数值，三相试验时仅首开极工频恢复电压取表列数值。

上述试验方法的一般规定按 GB 1984 第 7.11.3 条。但以下几方面应尽可能与三相试验时等价或处于较不利的条件：

- 关合速度；
- 开断速度；
- 合闸与分闸机构的动力与强度；
- 结构的刚度

8.6.2 被试断路器的条件

试验前的空载操作按 GB 1984 第 7.11.2 条规定进行；试验中和试验后的要求应符合 GB 1984 第 7.11.6 条和 7.11.7 条规定。

8.6.3 短路关合、开断试验

8.6.3.1 短路关合、开断试验回路

8.6.3.1.1 回路的功率因数

短路关合、开断试验回路的功率因数应不超过 0.15(滞后)。

对三相试验回路，功率因数是指各相的平均值，且任一相的功率因数不得超过该平均值的 25%。

8.6.3.1.2 频率

发电机断路器应在额定频率下进行试验，频率偏差允许为 $\pm 10\%$ 。

8.6.3.1.3 试验回路接地

短路关合、开断试验回路接地应符合下述要求，并应在试验报告中指明试验回路。

- a. 三极断路器三相试验，首开极系数为 1.5；
- b. 三极断路器进行单相试验，用调节电源的方式满足首开极系数为 1.5 相应的电压的要求。

8.6.3.2 试验参量

除按 GB 1984 第 7.13 条规定外，作如下补充。

- a. 短路关合电流

短路关合电流以第一周波的最大值表示,三相试验时,则为三相中最大的一相值。短路关合电流值应符合 6.6 条规定。在试验方式 4 的两次关合试验中只要有一次关合电流值达到规定值,则试验有效。

注:如果在试验中,试验方式 2 的关合电流有一次达到了规定的关合电流,试验也属有效,可不必再做试验方式 4 的关合试验。

b. 短路开断电流

断路器所开断的短路电流,应在主触头分离瞬间进行测量(测量方式按 GB 1984 第 5.11 条规定)。三相试验时,开断电流由各相开断电流中交流分量有效值的平均值及各相中直流分量最大一相的直流分量百分数表示。任一相电流交流分量有效值与平均值之差不得大于平均值的 10%。

试验方式 1、2 和 3 的开断电流允许偏差及直流分量百分数,按相应试验方式的规定。开断电流超过允许正偏差的百分数,应经制造厂同意。

三相或单相直接试验,对应于最后开断极主电弧最终熄灭瞬间预期电流交流分量不得小于规定值的 90%。

如果断路器特性使短路电流值低于预期开断电流,或者如果在示波图上不能成功地把电流波的包络线画下来,则可以认为所有极预期开断电流平均值就等于开断电流,且在预期电流的示波图上,相应于触头分离瞬间进行测量。

合成试验开断电流应符合 GB 4473 的规定。

非对称开断试验时直流分量百分数应按 6.5.2 条规定。

c. 工频恢复电压

试验回路工频恢复电压不得小于相应试验方式规定的工频恢复电压的 95%,持续时间应为 0.1s。短路开断的工频恢复电压应符合下列规定:

三极断路器进行三相试验时,工频恢复电压以各极触头间的工频相电压的有效值表示,也可以用工频线电压表示。其三相平均值不得小于最高相(或相间)电压的 95%,在灭弧后 0.1s 内任一相工频恢复电压与平均值之差皆不应大于 20%。

工频恢复电压的具体测量和确定按 GB 1984 第 4.4 条规定。

三极断路器进行单相试验时,工频恢复电压应不小于最高相电压与首开极系数 1.5 乘积的 95%,在经过额定频率一周波后,工频电压允许降至最高相电压。

单元试验时的工频恢复电压应为断路器整极中承受电压最高的单元电压。

合成试验时的工频恢复电压,应符合 GB 4473 第 4.2.4.2 条规定。

d. 瞬态恢复电压

试验回路的预期瞬态恢复电压应从可供使用的振荡波形图上测定。各项参数应符合 6.15.1 条中表 4(或表 5)的规定。对三相回路的瞬态恢复电压是指首开极的瞬态恢复电压。

非对称开断能力的试验,应使用对称电流开断时的试验回路。该试验回路在未受断路器影响时,应能产生规定的 TRV 的包络线。单元试验时的瞬态恢复电压,应为断路器整极中承受瞬态恢复电压最高的单元电压。

包络线的作法见 GB 1984 第 7.13.5.1 条。

试验时,由于断路器的影响,实际测量的瞬态恢复电压可以不同于回路预期的瞬态恢复电压。

8.6.3.3 试验方式

8.6.3.3.1 试验方式 1

试验方式 1 以 30%的额定短路开断电流交流分量有效值进行试验。开断电流的允许偏差为 $\pm 10\%$,开断电流的直流分量不得超过 20%。操作顺序应符合表 10 的规定,瞬态恢复电压和工频恢复电压应符合表 4 和 8.6.3.2 条 c 款的规定。

8.6.3.3.2 试验方式 2

试验方式 2 是额定对称开断电流试验。开断电流和操作顺序应分别符合表 10 的规定,开断电流的

允许偏差为+5%，瞬态恢复电压和工频恢复电压应符合表4和8.6.3.2条c款的规定。

8.6.3.3.3 试验方式3

试验方式3是额定非对称开断电流试验。开断电流和操作顺序应分别符合表10的规定，开断电流交流分量有效值允许偏差为+5%，瞬态恢复电压和工频恢复电压应符合表4和8.6.3.2条c款的规定。

8.6.3.3.4 试验方式4

试验方式4是关合试验。关合电流、操作顺序和外施电压应分别符合表10的规定。试验时，关合电流允许偏差为+5%。

8.6.3.4 燃弧时间

三相试验或单相试验时，发电机断路器的燃弧时间应符合如下规定。

8.6.3.4.1 三相试验

a. 试验方式1、2

对于这些试验方式，在规定的操作顺序中，第二次分闸指令的施加，应比第一次提前40电度。

b. 试验方式3

试验程序参照GB 1984第7.11.8.1条b款的规定进行试验。但只进行两次开断试验。

8.6.3.4.2 单相试验

a. 试验方式1、2

试验中得到的最长燃弧时间与最短燃弧时间之差应为8.3ms。

b. 试验方式3

两次有效开断试验中，电弧应分别在一大半波末和一小半波末熄弧。在大半波末熄弧的这次试验中，触头分离应是在这样的时刻，即当把分闸指令再提前约60电度时，电弧则会在前一个小半波末熄弧。为了在两次试验中都能得到规定的直流分量，短路相位应做适当的调整。

8.6.3.5 有延时电流零点的短路开断试验

发电机断路器开断有延时电流零点的短路电流的能力，通常以计算来确定。

如果进行试验时，需要承认，试验室对正常要求的电流波形只能有限度地进行模拟。试验电流应小于额定短路开断电流，按发电机源供给的短路电流来确定。试验回路的预期瞬态恢复电压应按表5的规定值选取。

试验的具体要求正在考虑中。

8.6.3.6 电寿命试验

试验要求和试验方法正在考虑中。

8.6.4 失步关合、开断试验

8.6.4.1 失步关合、开断试验回路

试验回路的功率因数不超过0.15(滞后)。

对于单相试验，试验回路的布置应是使外施电压和恢复电压在断路器的两端接近于各占一半(见图3)。如果试验室不宜采用图3的回路，则允许采用图4或图5的试验回路，但要由制造厂选择。

a. 如果断路器受的总电压为表10的规定值，则可以使用相位相差120电度的两个相等的电压施加于断路器的两个端子上，见图4。

b. 断路器一端接地，另一端施加电压的试验可使用图5的试验回路。

对于三相试验，征得制造厂同意，断路器一端接地或电源中性点接地都是允许的。